

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Прониной Юлии Григорьевны на диссертацию Доронина Григория Геннадьевича на тему: «Математическое моделирование двумерных эмиссионных систем на основе полевых катодов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

В диссертационной работе Григория Геннадьевича Доронина изложены результаты исследования полевых электронных пушек, представляющих собой системы формирования пучков электронов. По сравнению с термо- и фотокатодами полевые катоды обладают рядом существенных преимуществ для приборов микроэлектроники, например, высокой плотностью тока при небольших напряжениях на электродах, большими значениями электронной яркости, монокинетичностью электронного пучка. В настоящее время данная область вакуумной электроники активно развивается, особенно в связи с открытием эмиссионных свойств углеродных нанотрубок и других наноразмерных образований, используемых в качестве полевых эмиттеров. Однако, несмотря на большое количество опубликованных работ в этой области, в подавляющем числе они представляют собой экспериментальные исследования, которые нуждаются в теоретических разработках, позволяющих получить практические рекомендации при постановке эксперимента и проектировании электронных устройств. Поэтому актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Во введении приведен обзор литературы по теме диссертации, обоснована ее актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость. В последующих главах представлены методы расчета катодных узлов полевых пушек как с одиночными эмиттерами, так и с многоострийными системами. Результаты диссертационного исследования достаточно полно опубликованы в трех научных журналах, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science, и прошли апробацию на международных и российских научных конференциях.

На защиту выносятся следующие новые результаты:

1. Физические и математические модели полевых эмиссионных систем с одиночными катодами в цилиндрической, полярной и декартовой системах координат с учетом и без учета диэлектрических слоев.
2. Физические и математические модели полевых многоэмиттерных эмиссионных систем в декартовой системе координат с учетом и без учета диэлектрических слоев.
3. Методы расчета электростатического потенциала во всей области каждой из представленных эмиссионных систем.
4. Аналитические формулы распределения электростатического потенциала.
5. Комплекс программ для расчета распределения электростатического потенциала, реализующий предложенные математические модели эмиссионных систем с полевыми катодами.

В качестве теоретически и практически значимых можно выделить следующие модели эмиссионных систем:

1. Система с одиночным катодом лезвийной формы, моделируемым с помощью произвольного числа заряженных нитей, с учетом влияния диэлектрических слоев на боковых поверхностях диодной системы.
2. Периодическая система эмиттеров с диэлектрической прослойкой на подложке эмиттеров.
3. Плоскосимметричная диодная система с полевым эмиттером, на вершину которого нанесено диэлектрическое покрытие.

Замечания и пожелания:

1. В диссертации представлены результаты расчетов только для распределения электростатического потенциала исследуемых моделей эмиссионных систем, а для такой весьма важной характеристики, как напряженность поля, результаты приведены в очень ограниченном объеме.
2. В настоящее время существует достаточное количество пакетов, использующих численные методы для расчета распределения электростатических полей. Было бы желательно, если бы автор выделил те области, где использование созданных им методов предпочтительно.
3. Имеется ряд замечаний технического характера. Рисунки 3, 4, 7, 8, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 27–29 сложно интерпретировать, не подписаны оси

координат и обозначения для линий уровня. На рис. 32–34 также нет подписей координатных осей. На рис. 5 желательно было бы ввести систему координат. Скобки в формулах не откалиброваны по высоте (например, в (I.13) и т.д.). Для удобства обсуждения желательно было бы ввести нумерацию подразделов третьего уровня. При ссылках на формулы их номера принято помещать в скобки.

Приведенные замечания не снижают научной и практической значимости работы.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Доронина Григория Геннадьевича на тему: «Математическое моделирование двумерных эмиссионных систем на основе полевых катодов» соответствует научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Член диссертационного совета,

доктор физико-математических наук, доцент,
профессор, заведующий кафедрой вычислительных
методов механики деформируемого тела

Санкт-Петербургского государственного университета,  Пронина Ю.Г.

16 марта 2024 г.